

主备交换机线路倒换系统的设计与实现

刘博扬 梁玉秋 贾文军

(北京航天飞行控制中心)

摘要 针对指挥调度系统在载人航天任务中进行主备交换机线路倒换时存在的问题,阐述了一种采用计算机与单片机之间通信实现调度线路主备倒换的方法,并介绍了硬件电路和控制软件的工作原理。

关键词 串行通信 单片机 主备倒换 磁保持继电器

1 问题的提出

北京中心指挥调度系统由主用交换机系统和备用交换机系统组成,其中备用交换机系统除了能够在主用交换机瘫痪时保证正常指挥外,还有另外一个任务,即在飞船轨道舱和返回舱分离后原来的单目标变为双目标,测控跟踪指挥也要分成两个工作群,这时的轨道舱指挥工作群必须转移到备用交换机系统上,从而保证返回舱测控跟踪和轨道舱测控跟踪互不影响。这时需要将主用交换机系统中某些正在参加任务的电路临时转移到备用交换机系统中,当返回舱着陆后再将被转移的电路转回主用系统。这一步以往是通过在配线架上插拔屏蔽塞完成的,操作时间长,容易产生错误。为了提高整个调度系统的自动化程度和可靠性,保证指挥调度的畅通和不间断,需设计一种快速可靠的倒换系统。

2 设计思想

单片机在控制领域应用广泛,采用单片机进行交换机主备线路倒换的控制是最理想的选择。本设计以计算机作为上位机,实现人机交互、发送控制命令、检查执行结果等功能;以单片机作为下位机,完成控制命令的接收和解码,并根据控制内容向切换单元发送相应的控制信号的工作。整个控制系统由计算机、主控制板和切换单元 3 部分组成。

3 硬件系统设计

3.1 器件选型

3.1.1 AT89C51 单片机

AT89C51 是美国 ATMEL 公司推出的一种高性价比的单片机,指令系统与 MSC-51 兼容,内置有

4K 字节 Flash Memory 程序存储器和 128 字节 RAM 数据存储,可以简化电路设计,节省电路板空间,内有全双工串行通信控制器,两个 16 位定时器,两个外部中断控制器,4 个 8 位双向 I/O 端口等丰富的资源,可以实现各种控制功能。

3.1.2 磁保持继电器

磁保持继电器又名“双稳态继电器”,它与普通继电器的区别在于,线圈没有电流通过时可以保持两种吸合状态(一般的继电器在通电时为一种状态,断电后始终保持为另一种状态)。其工作原理是用两个线圈控制簧片的状态(如图 1),当线圈 1 通电时簧片吸合到触点 1,线圈 1 中的电流消失后簧片的位置保持不变;当线圈 2 通电时簧片吸合到触点 2,线圈 2 中的电流消失后簧片的位置也保持不变;当两个线圈同时通电时,则以线圈 1 为有效。磁保持继电器的优点是省电,而且在掉电后可以保持状态。

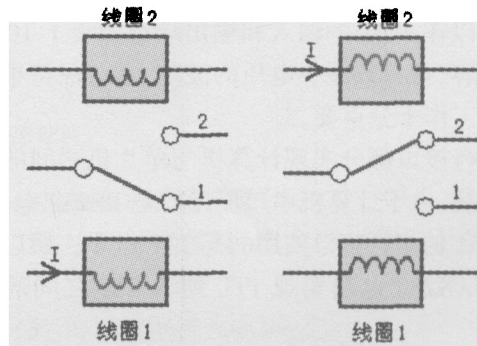


图 1 磁保持继电器结构图

3.2 硬件电路工作流程

线路倒换的执行机构由主控制板和继电器板组成。主控制板接收计算机发来的控制命令,识别控制命令后向指定的继电器板发送控制信号,继电器板控

制相应继电器吸合到一种状态,完成一个倒换动作。

机、串行接口和继电器板接口 4 个部分。

3.2.1 主控制板工作原理

主控制板的原理图如图 2 所示,包括电源、单片

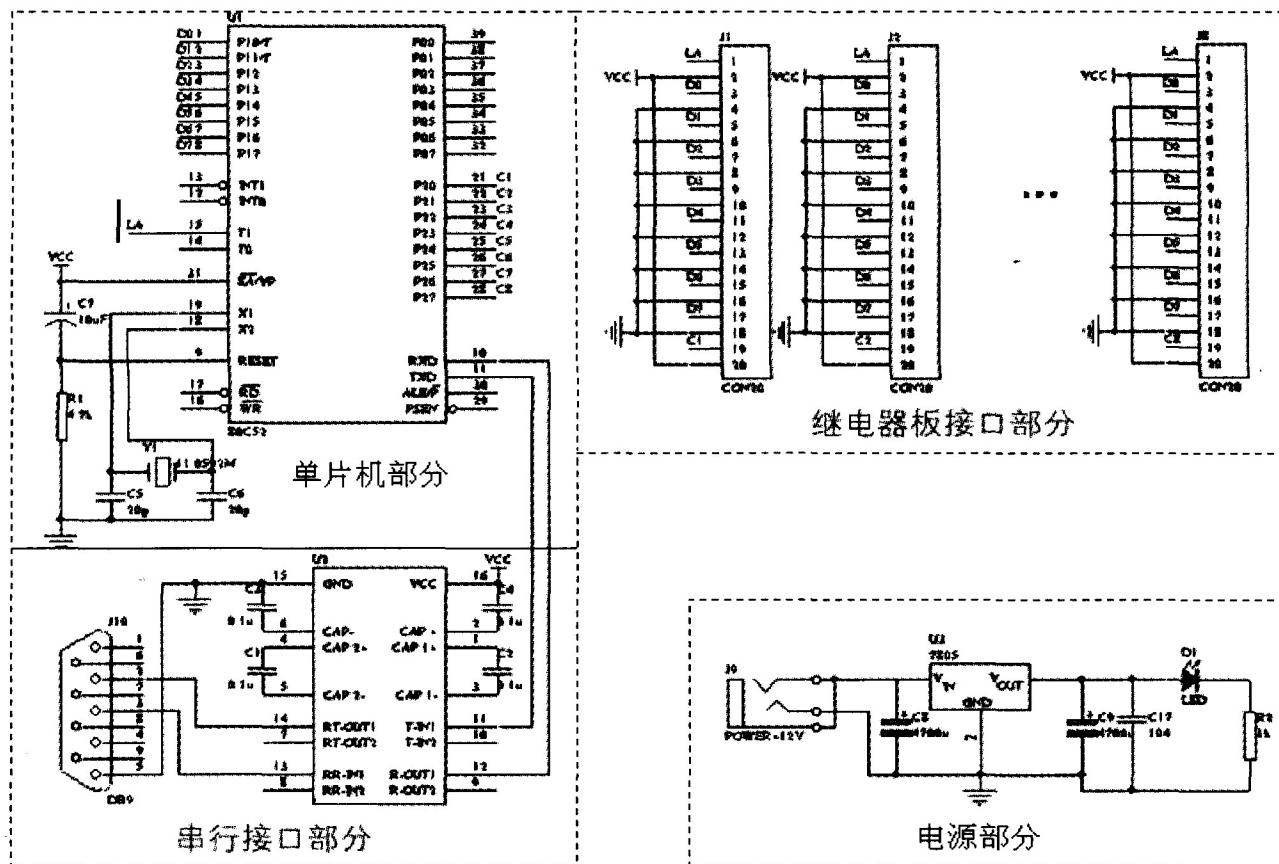


图 2 主控制板原理图

电源部分采用 7805 稳压 IC 将输入的 9V 直流电源稳定在 5V,由于控制继电器的吸合需要较大电流,所以在 7805 的输入和输出端都加装了 1000 μ F 滤波电容,可有效减少电压的波动,这对保持单片机的稳定工作十分重要。

串行接口部分实现计算机与单片机之间的接口电平转换,由于计算机串口使用的是 RS232 电平,而 AT98C51 的串行接口使用的是 TTL 电平,所以必须采用 MAX232 电路实现 TTL 到 RS232 之间的电平转换。

单片机部分是主控制板的核心。考虑到串行接口速率设计为 9600bps 时比较好计算分频值,故本设计中采用 11.0592MHz 晶体作为其工作频率。单片机的 P1 口作为数据信号端口,P2 口作为板选择信号端口,P3 口的第 5 个输出端口作为控制信号端口。这些信号端口在单片机的控制下共

同完成对继电器板的控制。其控制时序如图 3 所示。

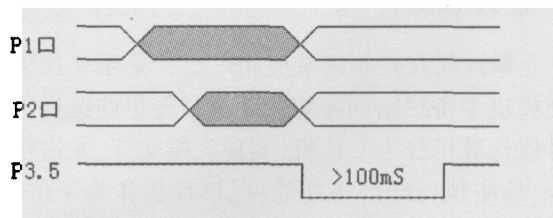


图 3 控制时序图

首先,单片机通过 P1 口发送一个数据信号,此时的数据没有写到任何一个继电器板上,只有当 P2 口给出板选择信号时这一数据才被写入指定的继电器板。板选择信号为低电平“0”,一般只有一个比特为“0”,即只写入一个继电器板,然后板选择信号撤消,最后在 P3.5 发送一个 100ms 的负脉冲控制继电器板上的继电器动作。

3.2.2 继电器板工作原理

继电器板是动作执行部件，通过控制磁保持继电器吸合的两个状态可以控制用户电路连接在主用交换机还是备用交换机。继电器板的电路原理图如图 4 所示，其中 74HC563 是八位 3 三态反相寄存器，74HC573 是八位 3 三态同相寄存器，采用这一设计的目的是利用输出信号相反的特点来保证磁保持继电器中的两个线圈在同一时刻只有一个有电流通过。当某一位输入信号为“1”时，继电器线圈 1 输入

电平为“1”，线圈 2 输入电平为“0”，此时线圈 1 有电流通过，继电器处于置位状态。相反，如果输入信号为“0”，可使继电器复位。因为继电器吸合需要 70mA 左右的电流，而 74HC563 和 74HC573 的正常输出电流不到 30mA，所以为每个线圈的输入端都加装一个三极管，增强 74HC563 和 74HC573 的驱动能力。这里采用的是 NPN 型射极输出方式，可以提供足够的驱动电流，

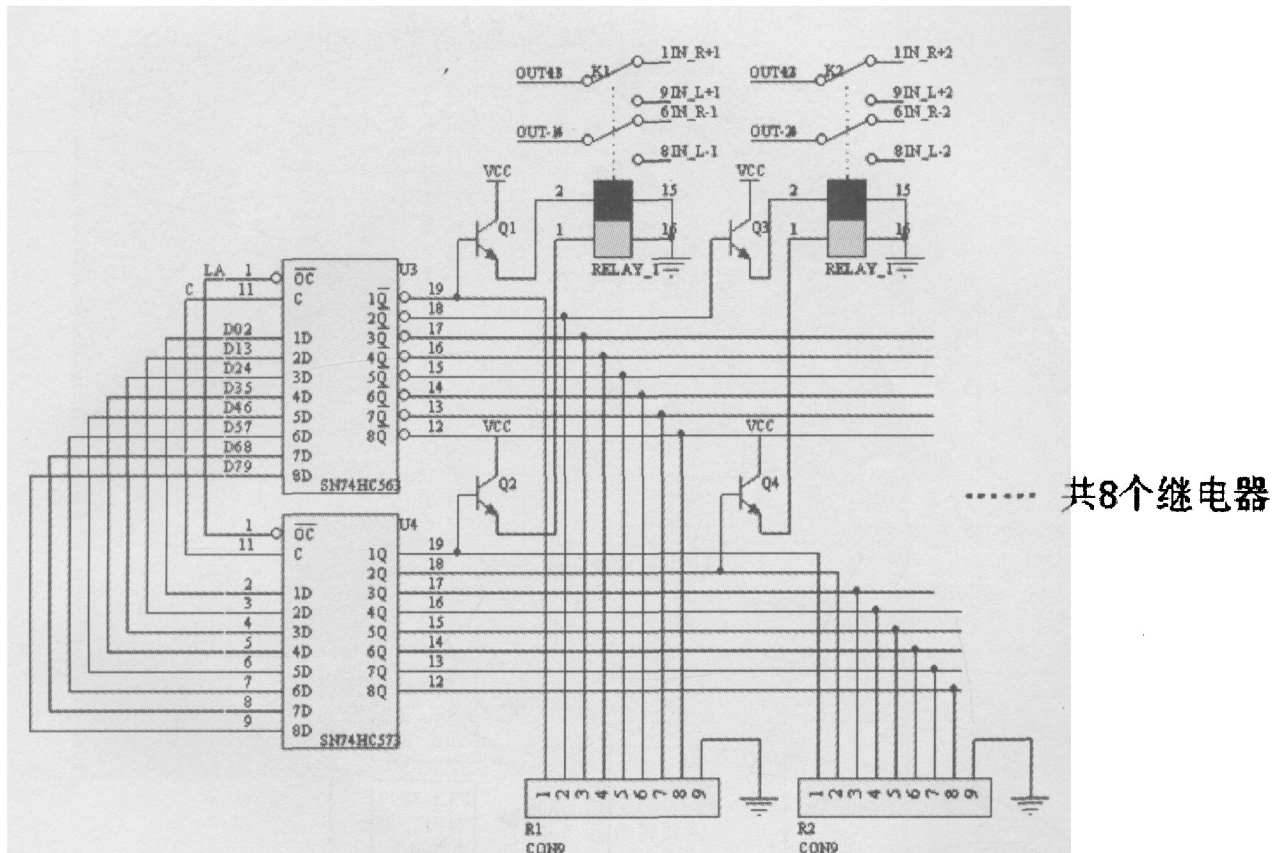


图 4 继电器板的电路原理图

4 软件系统设计

程序由两部分组成，即单片机程序和计算机程序。通过这两部分程序的协调工作，可以完成各种状态下用户线路的主备倒换工作。

4.1 单片机程序流程

本设计中采用 Keil C6.0 开发环境编写和调试程序，程序流程如图 5 所示。

程序包括以下模块：

- (1) 初始化模块：设置定时器、中断控制器和串

行通信控制器的工作参数；

- (2) 中断处理模块：完成串口收发中断信号的处理；

- (3) 串口数据接收模块；

- (4) 串口数据发送模块；

- (5) 状态机模块：通过状态循环来判别串口过来的控制命令，根据命令要求向指定端口发送控制数据，状态机的工作流程如图 6 所示，状态机的驱动机制是收串口数据，根据接收到的数据内容和当前状态判断下一步状态的走向。

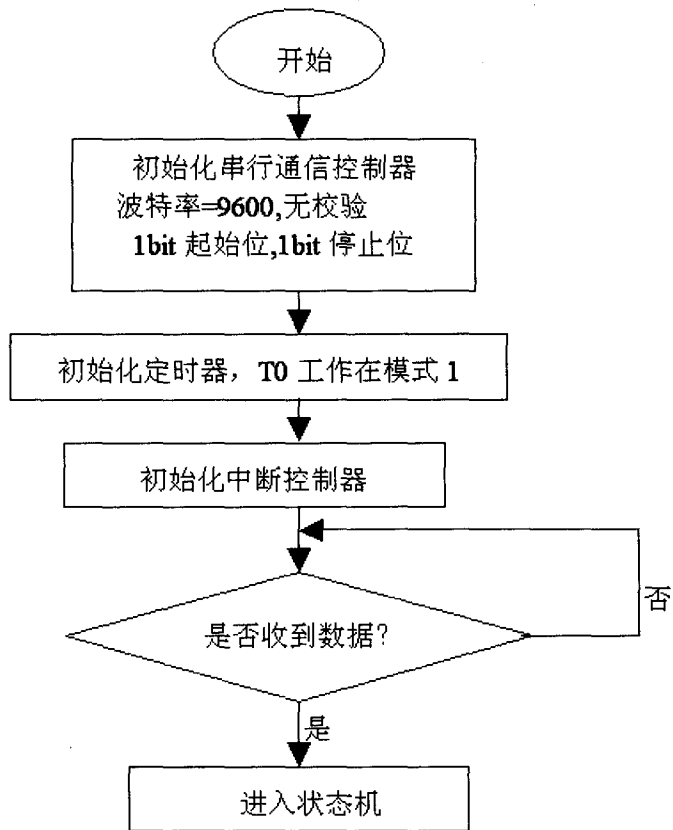


图 5 程序流程图

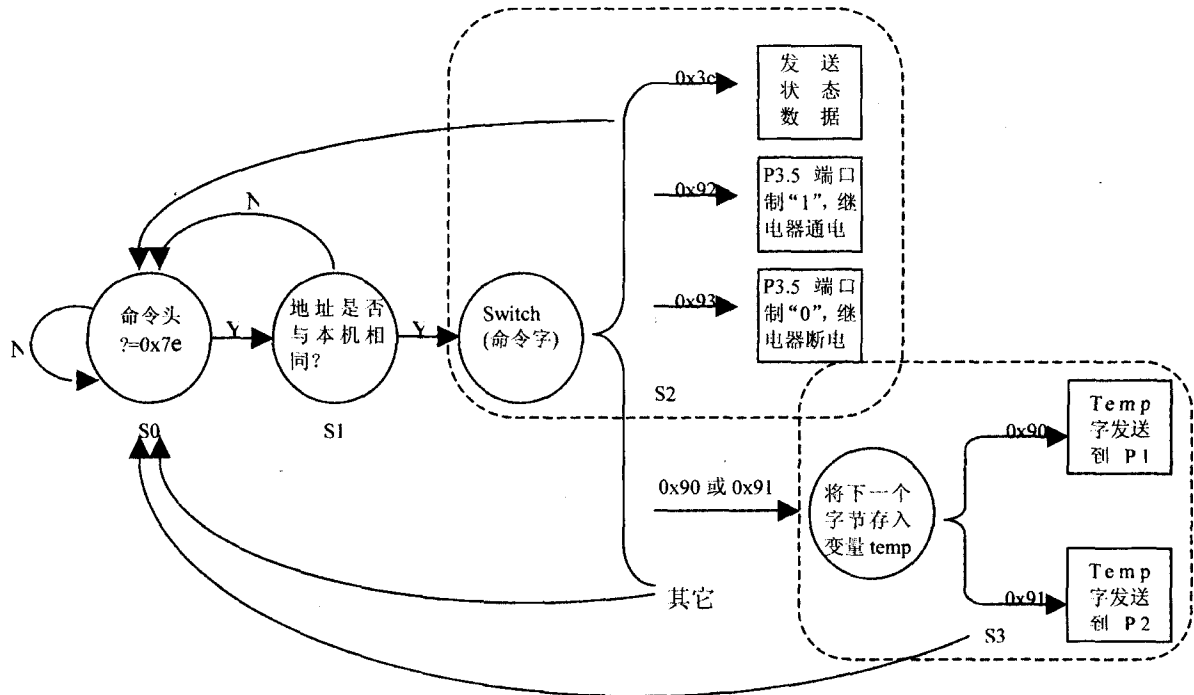


图 6 状态机工作流程图

4.2 计算机程序结构说明

计算机程序采用 VC++6.0 编写, 其主要功能模块有: 人机界面模块、串行通信模块、数据处理模块。控制程序结构如图 7 所示。

人机界面为对话框模式(如图 8), 每条线路都有两个倒换控制按钮, 首先选中需要倒换线路的主或备控制按钮(一次可以预制多个线路), 然后按下“设置”按钮, 相应的控制命令从串口发生给主控制板,

主控制板完成命令后返回执行结果, 完成一次线路切换, 同时对应线路的控制按钮变为绿色。

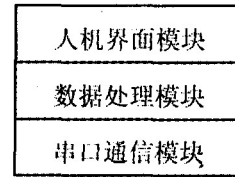


图 7 控制程序结构图

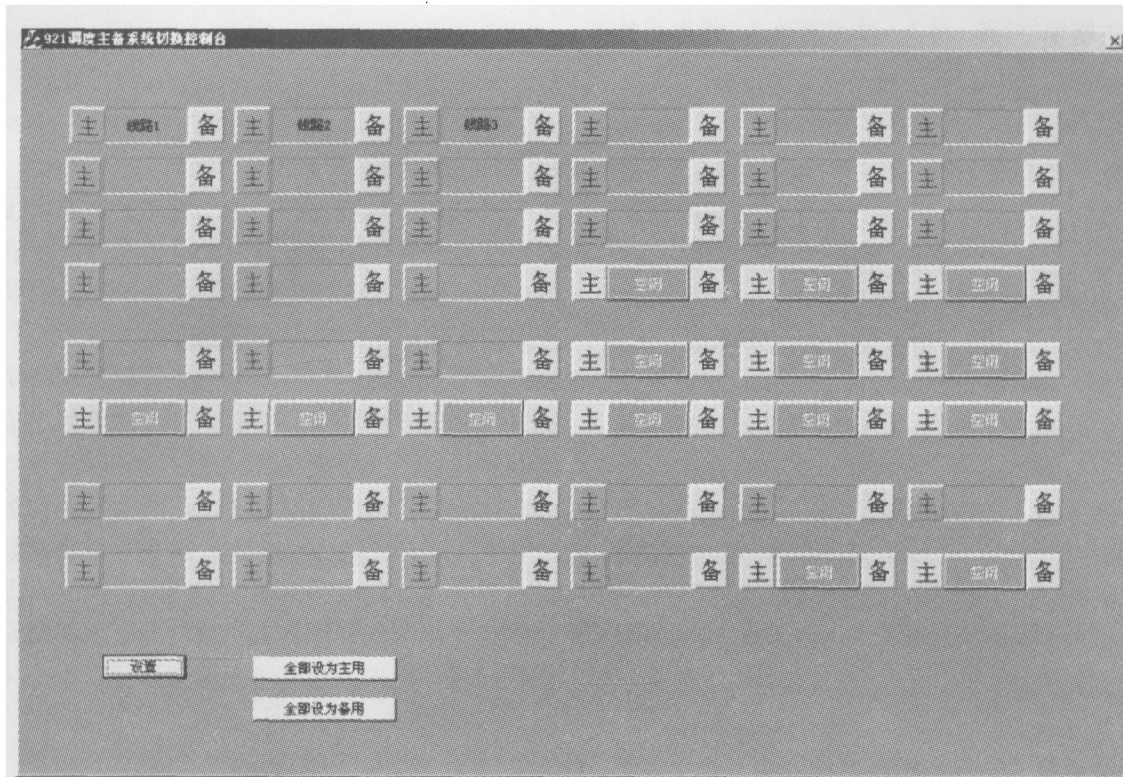


图 8 操作界面图

数据处理模块是控制软件的核心, 其处理过程是: 首先计算机接收到用户的线路倒换操作后, 收集需要倒换的线路所对应的编号, 根据编号所在的继电器板生成控制命令; 然后调用串口发送函数将切换命令发出; 最后由串口接收函数接收主控制板返回的执行结果, 根据返回数据更新界面上用户线路的连接状态。

4.3 切换速度分析

串口发送数据的速度为 9600bps, 传送一个字节所需要的时间大约 1ms, 完成一次切换需要发送 4 条控制命令, 共 20 个字节, 大约需要 20ms。加上继电器的切换控制信号保持时间要求大于 100ms, 所以线路倒换的速度为 120ms/次。如果多个被切换的

线路在同一个继电器板上, 则只需发送一次切换命令, 切换的时间更短。

5 结论

本系统在神舟六号任务过程中投入使用, 操作简单, 控制灵活, 没有出现误切和漏切的情况, 取得很好效果。◇

参考文献

- [1]李 华.MCS-51 系列单片机实用接口技术.北京航空航天大学出版社, 1993年 8 月.
- [2]李朝青.PC 机及单片机数据通信技术.北京航空航天大学出版社, 2000 年 12 月.
- [3]Kayshav Dattatri. 潇湘工作室译. VC++面向对象高效编.